CONGRÈS INTERNATIONAL DU PÉTROLE
TROISIÈME SESSION
BUCAREST, 8—13 SEPTEMBRE 1907.

LE SYSTÈME

DE

SONDAGE HYDRODYNAMIQUE

PAR

W. WOLSKI
Ingénieur.
Lemberg

TIRAGE À PART DU 2-ème VOLUME DE COMPTE-RENDU DU CONGRÈS

BUCUREŞTI
INST. DE ARTE GRAFICE „CAROL GÖBL" S-SOR I. ST. RASIDESCU
16, STRADA DOAMNEI, 16
1910.

26,383.

LE SYSTÈME DE SONDAGE HYDRODYNAMIQUE

PAR

WOLSKI

Il n'est certainement pas de branche technique pouvant tirer plus d'avantages de l'application de la transmission hydraulique de l'énergie que l'art du forage.

En effet, lorsqu'on passe en revue ses différents domaines : sondages profonds, fonçage de puits, forage horizontal, perforation mécanique, il est difficile de ne pas partager la conviction que, dans l'avenir, le rôle prédominant y reviendra de droit à ce principe.

Dans tous les procédés connus de forage à percussion, le trépan est mis en mouvement au moyen d'une sonde, au bout de laquelle il est fixé.

Cette sonde, composée d'une série de tiges pleines ou creuses, est suspendue à un balancier, qui lui communique un mouvement oscillatoire vertical, se traduisant par une suite de chocs du trépan contre la roche.

Le principe du forage hydrodynamique est le suivant : une sonde tubulaire restant immobile, la colonne d'eau sous pression qui la traverse actionne au fond du trou le trépan à l'aide d'un moteur approprié à cet usage ; puis l'eau remonte, emportant les détritus et curant le trou. La rotation et la descente graduelle du trépan s'effectuent automatiquement ou à volonté, à l'aide de la sonde dont il fait partie.

Une quantité d'avantages primordiaux se déduisent immédiatement de ce nouvel agencement. Puisque la masse considérable de la sonde, masse qui dans tout sondage de quelque profondeur surpasse plusieurs fois celle de l'appareil de percussion (trépan

et surcharge), ne prend part ni au mouvement continuel de va et vient, ni aux trépidations du choc :

1. On obtient une grande sécurité en ce qui concerne la bonne marche de la perforation, car le système de tiges, restant immobile, n'est point assujetti aux ruptures, accident quotidien des sondages;
2. On ménage les engins, qui ne subissent plus de chocs, détériorant la sonde dont le fer devient friable et cassant et ébranlant le mécanisme; le tubage ne souffre plus de l'usure, difficile à éviter dans tous les autres procédés de sondage à percussion ou à rodage;
3. Il y a indépendance complète de la profondeur, les conditions mécaniques du mouvement du trépan ne changeant pas, qu'on opère à une profondeur de 10 ou de 1000 mètres;
4. La transmission de l'énergie est avantageuse, car la force vive de la colonne d'eau, dirigée vers le fond du trou, sert exclusivement à actionner le moteur, sans se perdre en majeure partie en chocs inutiles, fouettement des tiges, etc.;
5. Le curage du trou par l'eau sortant du moteur — curage très énergique — se produit spontanément, comme avantage accessoire, tandis que dans les autres procédés de forage on emploit à cet effet des pompes spéciales et une machine à vapeur;
6. On peut réaliser une augmentation presque illimitée de l'effet mécanique développé au fond du trou, duquel, comme on sait, dépend principalement le progrès du forage. Les procédés de forage actuels ne permettent, eu égard aux poids considérables mis en jeu, qu'un nombre restreint de coups par minute et la puissance de chaque coup présente une limite pratiquement infranchissable — que nous estimons à environ 450 kgm/sec (6 chev. vap.). Dans notre cas, où le travail se développe immédiatement à proximité du trépan et du fond du trou, une telle limite n'existe plus et l'on peut, à volonté, augmenter le nombre de coups, ainsi que leur puissance, rien que par un accroissement de la pression hydraulique et du débit des pompes. On obtient par ex.:

avec 5 l/sec à 20 atm.: 1000 kgm/sec (13,3 chev. vap.)
„ 8 l/sec à 25 atm.: 2000 kgm/sec (26,6 chev. vap.)

7. Autres avantages pratiques: pendant la perforation, la sonde

reste suspendue au câble de remonte et, par conséquent, n'a pas besoin d'être alternativement accouplée au balancier, puis découplée. On peut donc poursuivre la perforation sans discontinuer, sur toute la longueur d'une tige (10 à 15 m.), ce qu'il faut apprécier d'autant plus qu'une interruption du curage hydraulique entraîne le dépôt des parcelles désagrégées de la roche et nécessite un travail inutile lors de la reprise du forage. Ensuite, le balancier devenant inutile, on obtient une simplification du mécanisme, dont la construction devient plus légère par suite de la suppression des chocs, le montage plus facile, etc.

Les avantages de la transmission hydraulique de l'énergie sont si évidents que depuis longtemps on s'est préoccupé, surtout pour les sondages profonds, de la construction d'un moteur hydraulique à percussion. Les premiers brevets concernant ce genre d'appareils datent à notre connaissance de 1867 (Balzberg) et 1880 (Hoppe). Les 10 dernières années firent connaître une foule de nouveaux dispositifs, dont aucun cependant n'a dépassé le domaine des projets. La difficulté de la construction d'un puissant moteur hydraulique à percussions réitérées — abstraction faite des dimensions réduites du trou, du sable en suspension dans l'eau et des conditions difficiles de fonctionnement qui excluent tout mécanisme compliqué — résulte principalement des propriétés physiques de l'eau, véhicule de l'énergie, fluide pondérable et presque incompressible. Chaque interruption ou renversement du mouvement est suivi infailliblement d'un choc, plus ou moins violent, de l'eau contre les parois des conduites et du moteur. L'intensité de ce choc (coup de bélier) augmente rapidement avec la vitesse et limite la rapidité de la percussion à 150 (au plus peut-être à 200) coups par minute.

PRINCIPE DU BÉLIER

Je crois que M. Wolski a résolu le problème de la perforation hydraulique, d'une manière aussi simple qu'efficace, au moyen de son bélier perforateur, qui permet d'obtenir 600, 1000 coups par minute et même plus, d'une intensité voulue. Comme il était impossible d'éviter les coups de bélier, il les a utilisés. Le principe du bélier perforateur (le même que celui du bélier hydraulique qui sert à élever l'eau) repose sur le choc d'une colonne

d'eau en mouvement, qu'on arrête subitement par la fermeture brusque d'une soupape, maintenue auparavent ouverte. La pression, fournie par une pompe, ne se transmet pas directement au trépan: elle commence par imprimer une accélération à la colonne d'eau destinée à produire le choc; ce n'est qu'à un moment précis qu'elle transmet, par un choc élastique, sa force vive au trépan.

La figure I est un croquis schématique de cet appareil. La colonne d'eau sous pression traverse le tuyau d'alimentation, la chambre à air et pénètre dans le tube de percussion *U*. Vers l'extrémité de ce dernier, la conduite se ramifie. D'un côté l'écoulement est arrêté par une soupape automatique *W*, maintenue ouverte par le ressort *f*, de l'autre par un obturateur à ressort *Z*. Enfin un piston *O*, qui joue en même temps le rôle de surcharge, est fixé au trépan et obture la troisième ramification. Un puissant ressort *F* a pour but de rappeler la surcharge et le trépan à une hauteur convenable.

Le courant que la pompe envoie par les tiges trouve d'abord une issue par la soupape *W* ouverte. Mais lorsque sa vitesse atteint une certaine valeur, il développe sur le clapet de la soupape une pression qui parvient à vaincre la résistance du ressort, de sorte que le clapet retombe sur son siège et intercepte l'écoulement. Un choc en est la conséquence immédiate. La colonne d'eau contenue dans le tube à percussion, arrêtée subiment, donne contre le piston et projette violemment le trépan contre le fond du trou. En même temps, le ressort Z est comprimé par l'accroissement de pression. Dès que le travail produit a consommé la force vive de la colonne, la réaction se produit.

Le ressort *Z* refoule, en se détendant, la colonne d'eau. Il en résulte que la pression exercée sur la soupape par la pompe et par l'air contenu dans la chambre *B* est un moment interrompue. Le ressort *f* en profite pour décoller le clapet *W*, si bien que l'écoulement redevient libre et la colonne d'eau *U*, obéissant à la pression de la chambre à air, recommence un nouveau mouvement accéléré. En même temps, le trépan qui vient de frapper la roche remonte, rappelé par le ressort *F*, jusqu'à ce qu'un nouveau coup de bélier lui fasse rebrousser chemin.

Le butoir *Z* se montre, dans la pratique, inutile: l'élasticité naturelle de l'eau en tient lieu. Au moment de l'obturation de la soupape, la colonne d'eau se comprime pour un instant sous

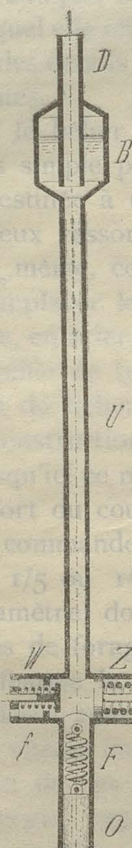
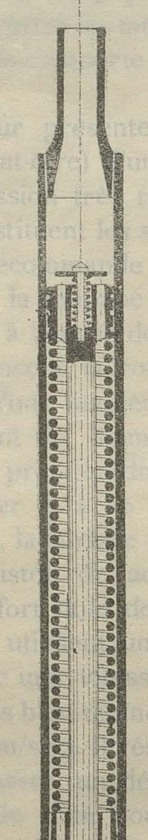
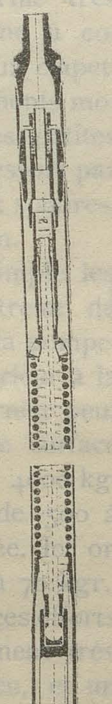


Fig. 1.


Fig 2.


Fig 3.

l'action du coup de bélier, puis se dilate, réagissant de bas en haut en sens inverse de la pression de la pompe. Cette diminution momentanée de la densité de l'eau (pression négative), contre-coup du choc élastique du piston et de la colonne d'eau, entraîne chaque fois la réouverture de la soupape.

La figure 2 représente schématiquement un autre agencement du bélier hydraulique, dans lequel la soupape est adaptée au trépan, avec lequel elle effectue de concert les mêmes mouvements. La disposition des détails constructifs comporte d'ailleurs de nombreuses variantes.

En tout cas, le bélier perforateur présente une forme très simple (la plus simple possible peut-être) d'une machine à colonne d'eau, destinée à une percussion très rapide. Un clapet, un piston et deux ressorts en constituent les seuls éléments mobiles. On peut même, ce qui se recommande pour les petites dimensions, remplacer le clapet de la soupape et son ressort par une lame unique, en acier, analogue à l'anche des tuyaux sonores, ce qui en simplifie de beaucoup encore la construction.

L'application du bélier résout d'une manière très simple les difficultés de construction provenant du diamètre restreint du trou foré. Puisqu'ici ce n'est pas la pression directe de la pompe, mais bien l'effort du coup de bélier (5 à 10 fois supérieur à la première) qui commande le piston, la surface de ce dernier peut être réduite à 1/5 ou 1/10. Un piston de 20 cm² de surface (50 mm. de diamètre) donne un effort utile de 2000 à 4000 kg.

Les procédés de forage actuels utilisent un poids de 500 à 1500 kgr. qui frappe la roche avec une vitesse modérée. Ici on obtient l'effet désiré avec des masses bien moindres, 30 à 70 kgr., mues à grande vitesse (au moins 4 m/sec). Il résulte de ces efforts considérables et de ces petites masses un développement très rapide de l'énergie, rappelant celle d'un coup de feu, et un nombre de coups (8 à 15 par seconde), qu'il serait impossible d'atteindre d'une autre manière.

L'ouverture et la fermeture de la soupape qui commande le mouvement s'accomplit instantanément et presque sans chute de pression, chute inévitable dans tout système de commande mécanique. Les pertes assez importantes qui en résultent sont donc supprimées.

Le procédé permet l'emploi des eaux troubles, sableuses ou salées, qu'il est difficile d'éviter dans tout curage hydraulique.

La soupape de commande étant toujours ouverte lorsque le moteur est à l'arrêt, on peut passer, à volonté, du forage au simple curage et les tiges qu'on dévisse pour la remonte de l'appareil sont toujours vides.

L'intensité du coup de bélier, et partant de la percussion, peut être réglée à volonté:

1. par un ajustement approprié de la soupape,
2. par la longueur du tube de percussion.

L'écoulement de l'eau devrait s'effectuer dans l'axe et le plus près possible du fond du trou, la rechange de trépan être aisée et l'appareil entier robuste, simple et facile à démonter. La forme de l'appareil (représenté dans la figure 2) répond à toutes ces exigences. Le siège de la soupape y a reçu la forme d'un cylindre en acier pourvu d'un trou central, autour duquel est disposée une couronne de trous parallèles. Une mince plaque annulaire, en acier trempé, constitue le clapet et ferme ou ouvre les trous simultanément. Le ressort est logé dans un élargissement cylindrique du trou central. On peut régler à volonté, l'action de ce ressort en mettant dessous des anneaux en acier de différentes épaisseurs. Un bout de tube sert de guide au clapet; un écrou avec contre-écrou, qu'on peut serrer ou desserrer à volonté, limite sa course, en lui servant de butoir.

RÉSULTATS PRATIQUES.

Nous croyons devoir insister sur ce fait qu'à ce jour il ne s'est produit ni rupture de tige, ni accident, ni déviation.

Les sondages effectués dans les terrains les plus difficiles (ceux des Carpates et du Caucase) atteignent sans difficulté 900 mètres et plus. Quant à l'avancement du forage nous croyons pouvoir affirmer que surtout dans les couches dures il n'existe aucun autre système égalant le bélier en rapidité. Deux sondages de comparaison, exécutés en même temps dans des terrains analogues près de Bochum (Westphalie), l'un au bélier, l'autre à la sonde rigide puis au diamant, donnèrent les résultats suivants:

	Sonde rigide	Bélier
Nombre de jours nécessaire pour atteindre la profondeur de 700 mètres	70	53
Heures de forage effectif	921	608
Nombre d'accidents	36	1